

## © PAJ / JPO

PN - JP59148031 A 19840824

TI - OPTICAL SWITCH

AB - PURPOSE: To make the temperature variation characteristics of a light guide sharply during the application of a specific voltage and improve the responsibility, and to perform optical switching by applying the specific voltage to a temperature gradient generating means when a switch circuit turns on rising and off falling.  
- CONSTITUTION: The optical switch is providing a main light guide 29, light guide 30 having branch light guides 33 and 34, and the temperature gradient generating means 10 provided near the guide 30 and the branch point of the guides 33 and 34 of the guide 29, and consists of a switch circuit 22 which turns on and off the means 10 and a voltage source 21 which supplies a voltage which is than and has the same polarity with a steady on voltage to said means 10 only during turning-on operation in response to the on-off operation of the circuit 22 and a specific voltage having the opposite polarity of the steady on voltage only during turning off operation. Then, the means 10 is turned on and off to change light propagation directions in the light guide.

I - G02F1/31 ;G02B5/174

PA - TATEISHI DENKI KK

IN - MIKAMI KAZUO; others: 02

ABD - 19841222

ABV - 008282

GR - P323

AP - JP19830023652 19830214

ANNEO ANAIS ESDAQ 30/11

THIS PAGE BLANK (USPTO)

⑯ 日本国特許庁 (JP)  
⑰ 公開特許公報 (A)

⑪ 特許出願公開  
昭59—148031

⑯ Int. Cl.<sup>3</sup>  
G 02 F 1/31  
G 02 B 5/174

識別記号  
厅内整理番号  
7348—2H  
8106—2H

⑯ 公開 昭和59年(1984)8月24日  
発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 6 頁)

⑯ 光スイッチ

⑰ 特 願 昭58—23652  
⑰ 出 願 昭58(1983)2月14日  
⑰ 発明者 三上和夫

京都市右京区花園土堂町10番地  
立石電機株式会社内  
⑰ 発明者 山下牧

京都市右京区花園土堂町10番地  
立石電機株式会社内  
⑰ 発明者 加藤充孝  
京都市右京区花園土堂町10番地  
立石電機株式会社内  
⑰ 出願人 立石電機株式会社  
京都市右京区花園土堂町10番地  
⑰ 代理人 弁理士 中村茂信

明細書

1. 発明の名称

光スイッチ

2. 特許請求の範囲

(1) 主光導波路と分岐光導波路とを持つ光導波路と、この光導波路の前記主光導波路と前記分岐光導波路の分岐点近傍に設けられる温度勾配発生手段と、この温度勾配発生手段の動作をオン／オフするスイッチ回路と、このスイッチ回路のオン／オフに応答しオン立上り時にのみ定常オン電圧よりも大なる同極性の電圧を、オフ立下り時にのみ定常オン電圧とは逆極性の所定電圧を前記スイッチ回路を介して前記温度勾配発生手段に供給する電圧源とからなり、前記温度勾配発生手段のオン／オフにより前記光導波路内の光伝搬方向を切換えるようにした光スイッチ。

3. 発明の詳細な説明

① 発明の分野

この発明は光スイッチ、特に温度光学効果を利

用した光スイッチに関する。

② 従来技術とその問題点

光導波路上に温度勾配発生手段により温度分布を生じさせ、いわゆる温度光学効果により光ビームをオン／オフさせる光スイッチがすでに提案されている。この種の光スイッチは温度勾配発生手段として、たとえば冷却体を使用し、その構成は第1図に示すように、高分子フィルム1に形成される主光導波路2と分岐光導波路3を持つ光導波路4と、この光導波路4の分岐点5近傍に設けられる冷却体6と、直流電源7と、スイッチ8とかなるものであり、スイッチ8をオン／オフすることにより電源7より冷却体6への電源供給をオン／オフして、冷却体6の冷却作用を動作／不動作とし、光導波路4の光伝搬方向を切換えるようしている。

この従来の光スイッチは、温度勾配発生手段としての冷却体に、一定の直流電圧を印加し、この印加電圧をオン／オフすることにより、光伝搬方向を切換えるものであるから、印加電圧のオン／

オフに対する光切換の応答性が悪く、高速に光切換ができないという欠点があつた。この欠点について、さらに説明すると、上記従来の光スイッチの切換動作を示す波形は第6図の通りとなる。スイッチ8がオン／オフされると、第6図(a)に示すようにスイッチ8がオンの間、一定の電圧Vが冷却体6に印加される。印加電圧の立上りあるいは立下りに応じて光導波路4の温度は指數関数的に変化し(第6図(b))、この温度変化の度合に応じて分岐光導波路3の光パワーは第6図(c)のようになり、印加電圧に対し、オン時、オフ時とも、かなり大なる遅れ(Td1, Td2: 100 msec程度)をもつて立上り、あるいは立下る。この遅れは光切換の応答性の悪さを意味する。

#### (4)発明の目的

この発明の目的は、上記欠点を解消し、応答性が良く、高速に光切換が可能な光スイッチを提供するにある。

#### (5)発明の構成と効果

上記目的を達成するために、この発明の光スイ

ッチは、主光導波路と分岐光導波路を持つ光導波路と、この光導波路の前記主光導波路と前記分岐光導波路の分岐点近傍に設けられる温度勾配発生手段と、この温度勾配発生手段の動作をオン／オフするスイッチ回路と、このスイッチ回路のオン／オフに応答し、オン立上り時にのみ定常オン電圧よりも大なる同極性の電圧を、オフ立下り時にのみ定常オン電圧とは逆極性の所定電圧を前記スイッチ回路を介して前記温度勾配発生手段に供給する電圧源とからなり、前記温度勾配発生手段のオン／オフにより光導波路内の光伝搬方向を切換えるようにしている。

この発明の光スイッチによれば、スイッチ回路のオン立上り時にのみ定常オン電圧よりも大なる同極性の電圧を、またオフ立上り時にのみ定常オン電圧とは逆極性の所定電圧を温度勾配発生手段に印加するものであるから、オン立上り時及びオフ立下り時における光導波路の温度変化特性が急峻となり応答性に優れた光切換を行なうことができる。

なおこの発明の光スイッチを光ファイバーライン伝送の光バイパススイッチに適用すれば、光データハイウェイシステムの異常時の光ファイバーラインのバイパス切換時間が早くなり、システムダウン時間を短縮できシステムの信頼性を向上できる。

#### (6)実施例の説明

以下、実施例によりこの発明をさらに詳細に説明する。

第2図ないし第4図は、この発明が実施される光スイッチに使用される冷却体部10を示している。もつとも、この冷却体部10の本体自体はすでに提案された冷却体使用の光スイッチのものと変わることはない。

上記各図において、たとえばビスフェノール系ポリカーボネットPCZ等の高分子フィルム11にて、たんざく形(長さ7mm, 幅2mm)の角穴12をキヤステイング法により形成し、この角穴12にて、たとえばN形のテルル化ビスマス(N-Bi<sub>2</sub>T<sub>3</sub>)<sub>1.5</sub>およびP形のテルル化ビスマス(P-Bi<sub>2</sub>T<sub>3</sub>)<sub>1.4</sub>をコート膜にて界面を絶縁して埋込み、

さらに高分子フィルム11の表面及び裏面に膜厚が6000μmのAU電極15, 16および17を蒸着形成している。上記N形のテルル化ビスマス13, P形のテルル化ビスマス14および電極15, 16, 17で冷却体18が構成されている。また電極15, 16の上面には電気的には絶縁体であり、熱的には伝導体である雲母膜19を配する一方、さらにたとえばアルミニニューム合金を加工したヒートシンク20の裏面に熱伝導を助けるためのグリースおよび接着剤を塗布し、この裏面を上記雲母膜19に乗せ、ヒートシンク20と高分子フィルム11を密着形成している。また電極15, 16には、電源21よりスイッチ22を介して電源電圧が印加されるようにリード線23, 24が接続されている。

上記冷却体部10において、スイッチ12をオンし、電極15に+電圧、電極16に-電圧を印加すると、N形のテルル化ビスマス13の内部電子が電極15に吸引され、P形のテルル化ビスマス14の内部正孔が電極16に吸引される。その

結果、電源 2 1 → スイッチ 2 2 → リード線 2 3 → 電極 1 5 → N 形テルル化ビスマス 1 3 → 電極 1 7 → P 形テルル化ビスマス 1 4 → 電極 1 6 → リード線 2 4 → 電源 2 1 の順で電流が流れる。この電流が N 形テルル化ビスマス 1 3 および P 形テルル化ビスマス 1 4 に流れると、ペルチエ効果により、電極 1 7 と N 形テルル化ビスマス 1 3 と P 形テルル化ビスマス 1 4 の接触面で熱量吸収が生じる。したがつて上記電極 1 7 をたとえば高分子光導波路に接触させるとその光導波路部の電子冷却により温度降下が生じる。

第 5 図はこの発明の一実施例を示す光スイッチの構造図及び回路図である。ここに示す光スイッチは、保護基板としてのプラスチック板 2 5、クラッド層 2 6・2 7、高分子フィルム 2 8、冷却体部 1 0、電源回路 2 1 及びスイッチ回路 2 2 より構成されており、高分子フィルム 2 8 には主光導波路 2 9 および非対称分岐光導波路 3 0 を持つ非対称 Y 形の光導波路 3 1 が形成されている。主光導波路 2 9 の入力側には入射光が入力されるよ

うに入力用光ファイバ 3 2 が結合されており主光導波路 2 9 および分岐光導波路 3 0 の出力側には、出射光が導出されるよう出力用光ファイバ 3 3、3 4 が結合されている。

冷却体部 1 0 は第 2 図ないし第 4 図で図説したものが使用される。

高分子フィルム 2 8 は、母材にビスフェノール系ポリカーボネート PCZ を用い、モノマとしてアクリル酸メチル MA を、溶媒として塩化メチレン  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  を、光増感剤としてベンゾインエチレンエーテル B Z E E を、禁止剤としてハイドロキノン HQ をブレンドしたキャスト溶液をキャスティング法によりシート状に半固形状態にしたもので、その膜厚はたとえば 50 ( $\mu\text{m}$ ) である。なお高分子フィルム 2 8 内に配置される光導波路 3 1 は選択光重合を用いて屈折率差を設けることにより形成される。

クラッド層 2 6・2 7 は、高分子フィルム 2 8 の表面と裏面に低屈折率のたとえば水性ニスをコートングして形成される。

冷却体部 1 0 の冷却体 1 8 は、光導波路 3 0 の分岐点 3 5 において、分岐光導波路 3 0 に沿つて配置され、高分子フィルム 2 8 の表面に密着されている。この密着は接着あるいはビス止め等により機械的圧着することにより行なわれる。

電源回路 2 1 は、第 1 の電池 3 6 V、抵抗 R 1 と常開スイッチ 3 8 の直列回路及び抵抗 R 2 とトランジスタ T r の直列回路が並列接続され、抵抗 R 1 と常開スイッチ 3 8 の接続点がトランジスタ T r のベースに接続され、トランジスタ T r のコレクタがコンデンサ C、抵抗 R 3 を経て電池 3 6 の負極側に接続され、さらにコンデンサ C と抵抗 R 3 の接続点が電池 3 7 の負極側に接続されて構成されている。そして電池 3 6 の負極側がリード線 2 4 を経て冷却体部 1 0 の電極 1 6 に接続されている。

スイッチ回路 2 2 は、常開スイッチ 3 9 と常閉スイッチ 4 0 からなり、常開スイッチ 3 9 の一端は電池 3 7 の正極端に接続され、常閉スイッチ 4 0 の一端は電池 3 7 の負極端に接続され、さらに両

スイッチ 3 9、4 0 の他端は共通接続されリード線 2 3 を経て冷却体部 1 0 の電極 1 5 に接続されている。なお常開スイッチ 3 8、3 9 は同時にオンされ、常閉スイッチ 4 0 は常開スイッチ 3 8、3 9 のオンと同時にオフされるようになっている。

上記電源回路 2 1 とスイッチ回路 2 2 により第 7 図(a)に示す波形の電圧が作成され、この電圧がリード線 2 3、2 4 を経て電極 1 5、1 6 に印加される。

ここで、電源回路 2 1 とスイッチ回路 2 2 による第 7 図(a)の電圧発生動作を説明する。まず印加電圧 0 の状態でスイッチ 3 8、3 9 をオンすると(時点  $t_1$ )トランジスタ T r がオフしコンデンサ C を通して電池 3 6 と 3 7 の起電力が加算されて出力される。電池 3 6、3 7 の起電力を V とするとこの時、出力される電圧は +2 V となる。その後、コンデンサ C に充電がなされ、その両端に -V の電圧が生じることになるので、出力電圧は一定時間後(時点  $t_2$ )に +V となる。すなわち定常時の印加電圧 V が出力される。その後、スイ

スイッチ38, 39をオフしスイッチ40をオンする(時点t3)と、トランジスタTrがオンし、トランジスタTr, 抵抗R3を通してコンデンサCの充電電荷が放電し、電池37の負極側と抵抗R3の接続点Aの電位は-Vとなり、この電圧-V(定常時の印加電圧Vと逆極性)がスイッチ40を介して出力される。その後時間の経過でコンデンサCの放電が終了し放電電流が抵抗R3に流れなくなると点Aの電位は0となる(時点t4)。以上のようにして第7図(a)の電圧が作成される。もつとも、実際にはコンデンサCの充放電により発生されるパルス波形は指数関数的な変化となるが、これは必要ならば波形整形回路等を用いることにより厳密な矩形波にすればよい。

次に以上のように構成され、第7図(a)に示す波形の電圧が印加される光スイッチの光偏向動作について説明する。最初スイッチ38, 39がオフの場合には、電源回路21より電極15, 16に電圧が印加されないので、冷却体18による冷却作用がなされず、分岐点35近傍の温度は周囲温

り入射され主光導波路29内を伝搬して来た入光は、分岐点35で曲げられて分岐光導波路30を伝搬し、出力用光ファイバ34より出力光dが導出される。この状態が光スイッチのオン状態である。

この場合においてスイッチ38, 39のオン立ち上り時は上記したように+2Vの印加電圧が印加されるので、温度降下は第7図(b)に示すようになり、従来の温度降下特性(第6図(b)参照)に比して急峻となり。したがつて分岐光導波路30の光パワーも第7図(b)に示すようにスイッチ38, 39のオン立ち上り時t1から時間Td3で立ち上り、この遅延時間Td3は従来の分岐光導波路の光パワー立ち上りの遅延時間Td1に対し  $Td3 = \frac{1}{2} \sim \frac{1}{3} Td1$  となり、非常に短くなるので光スイッチの応答性が改善される。スイッチ38, 39のオン後の時点t2以降は印加電圧が+Vとなるので、この電圧に応じた偏向角に光ビームの偏向が落着き。上記したように出力用光ファイバ34より出力光dが導出される。

度Tmと変らず、温度分布、屈折率分布が生じない。したがつて入力用光ファイバ32から入射される光は偏向されずそのまま主光導波路29内を伝搬し、出力用光ファイバ33から導出される。この状態は光スイッチのオフ状態である。

スイッチ38, 39がオンされると電源回路21よりスイッチ39、リード線23, 24を介して電極15, 16に電圧が印加されるので冷却体18はペルチエ効果により、電極17で吸熱作用を生じ、電極17と密着状態にある分岐光導波路30の熱量を吸収し、温度降下を生じさせる。この温度降下により、冷却体18の近傍の温度分布は遠方部に比べてマイナスとなり、屈折率はプラスの分布となる。そして冷却体18の幅方向の中心部で温度が最低、屈折率が最大となり、冷却体18の端部付近では最も温度勾配が急で、屈折率勾配も最大となる。それゆえこの付近を光が通過すると、屈折率勾配の存在により、屈折率の大なる方、すなわち冷却体18の中心部に向つて波面が傾き偏向される。したがつて入力用光ファイバ32よ

また、スイッチ38, 39をオフしスイッチ40をオンすると、印加電圧は第7図(b)に示すようにスイッチ38, 39のオフ立ち下り時点で周囲温度Tmに復帰し分岐点近傍の温度勾配が消滅するが、この復帰度合は印加電圧がスイッチ38, 39のオフ、スイッチ40のオンで-Vとなるので、従来の温度復帰特性に比べて第7図(b)に示すようにより急激となり。したがつて分岐光導波路30の光パワーも第7図(b)に示すようにスイッチ38, 39のオフ立ち下り時t3から時間Td4で立ち下り、従来の第6図(b)に示す遅延時間Td2に比し、やはり  $Td4 = \frac{1}{2} \sim \frac{1}{3} Td2$  となり、スイッチオフ時でも応答性が改善される。

なお上記実施例において温度勾配発生手段として冷却体を用いたが、これに代えそび熱体を用い、印加電圧の立ち上り時、立ち下り時に定常印加電圧にそれぞれ負および正パルスを重複して上記発熱体に印加してもよい。

また上記実施例において高分子フィルムの膜厚および導波路幅はマルチモード光の切換を想定し

て $50\text{ }\mu\text{m}$ としたが、これを $5\sim10\text{ }\mu\text{m}$ としてこの発明の光スイッチをシングルモード光用にも通用できる。

さらにまた上記実施例において、光導波路用材料としては高分子フィルムを用いたが、この発明の光スイッチはこれに代えて、ガラス等のアモルファス材料、P L Z T 等の多結晶材料、LiNbO<sub>3</sub>等の強誘電体材料を用いてもよい。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は従来の光スイッチを示す図、第2図はこの発明が実施される光スイッチに使用される冷却部の側断面図、第3図は同冷却部の上面図、第4図は同冷却部の下面図、第5図はこの発明の一実施例を示す光スイッチの構造図及び回路図、第6図は第1図に示す従来の光スイッチのスイッチング動作を説明するための波形図、第7図は第5図に示す実施例光スイッチのスイッチング動作を説明するための波形図である。

18：冷却部、21：電源回路、22：スイッチ回路、29：主光導波路。

30：分岐光導波路、31：光導波路、

35：分岐点。

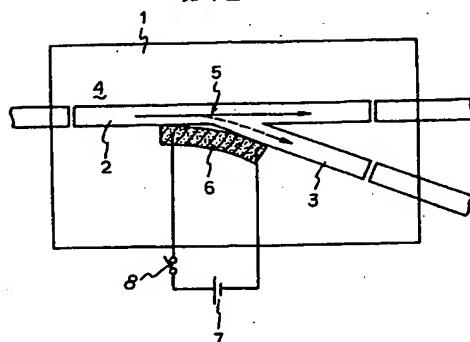
特許出願人

立石電機株式会社

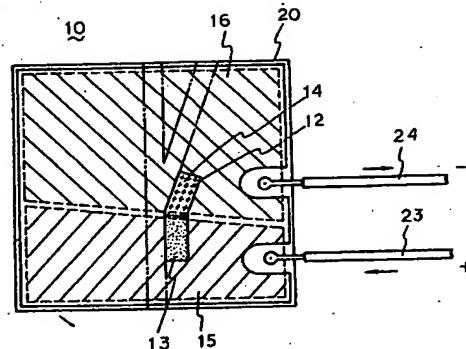
代理人弁理士

中村茂信

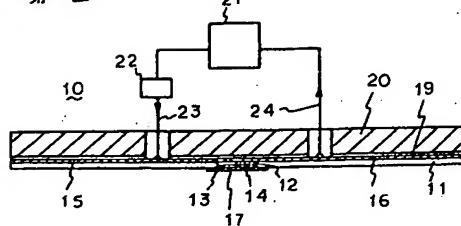
第1図



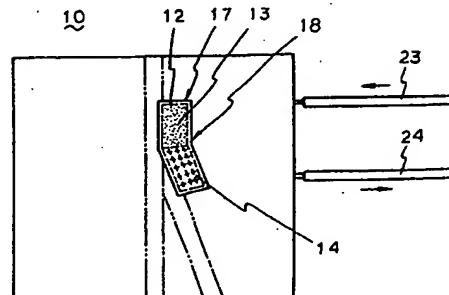
第3図



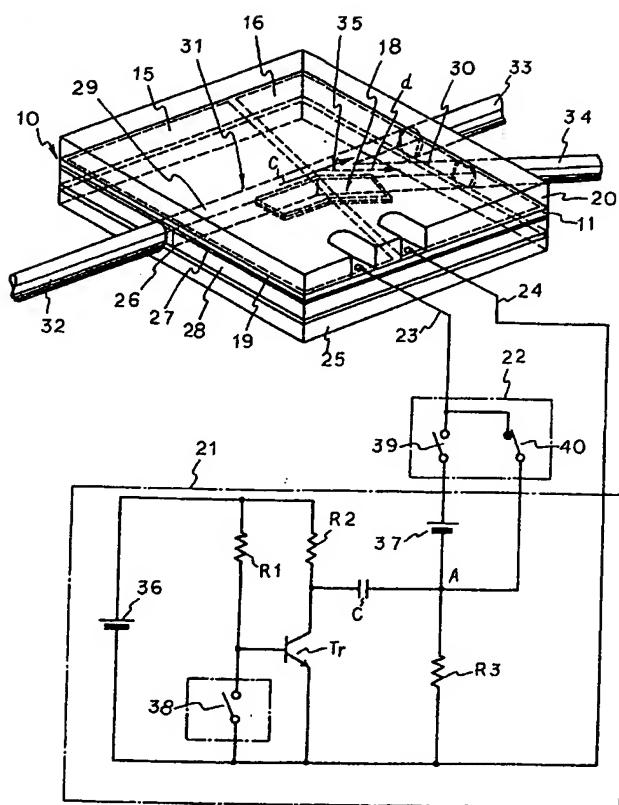
第2図



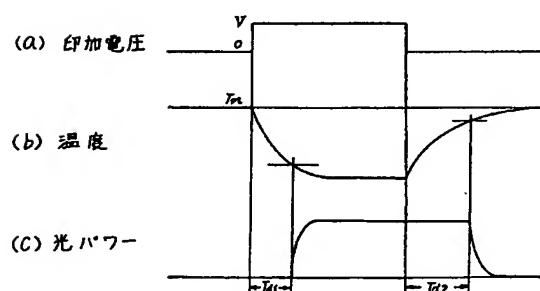
第4図



第5図



第6図



第7図

